

Discovery Learning dan Project-Based Learning dalam Komunikasi Matematis Siswa: A Comparative Systematic Literature Review

Setyawati ^{1*}, Inta Prihandini ², Ibrahim ³

^{1,2,3} Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

¹ Madrasah Aliyah Negeri 2 Sleman, Yogyakarta, Indonesia

² Madrasah Tsanawiyah Negeri 7 Sleman, Yogyakarta, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail: data1setyawati@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 28 April 2026

Revised: 13 September 2026

Accepted: 30 September 2026

Keywords:

discovery learning; project-based learning; mathematical communication; mathematics education; systematic literature review.

Kata kunci:

discovery learning; komunikasi matematis; pendidikan matematika; project-based learning; systematic literature review.

ABSTRACT

Mathematical communication is recognized as a fundamental competence in contemporary mathematics education; however, its development through effective learning models remains a significant pedagogical challenge. This study aims to examine the comparative roles of Discovery Learning (DL) and Project-Based Learning (PjBL) in enhancing students' mathematical communication skills. A Systematic Literature Review (SLR) was conducted following the PRISMA guidelines, analyzing 25 empirical studies published between 2016 and 2026. The findings indicate distinct functional differences between the two learning models. Discovery Learning primarily strengthens written mathematical communication, particularly in symbolic representation and formal reasoning, through structured stages such as data processing and verification. Conversely, Project-Based Learning is more effective in fostering oral communication and contextual argumentation through project design activities and collaborative presentations. This study also identifies several moderating variables, including learning styles and self-efficacy, which influence the effectiveness of both models in facilitating mathematical communication. Overall, the findings suggest that no single model is independently capable of covering all dimensions of mathematical communication. Therefore, a strategic integration of Discovery Learning and Project-Based Learning can provide a more comprehensive instructional approach to developing students' mathematical communication skills in the mathematics classroom.

Komunikasi matematis diakui sebagai salah satu kompetensi fundamental dalam pendidikan matematika kontemporer; namun, pengembangannya melalui model pembelajaran yang efektif masih menjadi tantangan pedagogis yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbandingan peran Discovery Learning (DL) dan Project-Based Learning (PjBL) dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Systematic Literature Review (SLR) dilakukan dengan mengikuti pedoman PRISMA melalui analisis terhadap 25 studi empiris yang diterbitkan antara tahun 2016 dan 2026. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan fungsi yang khas antara kedua model pembelajaran tersebut. Discovery Learning terutama memperkuat komunikasi matematis tertulis, khususnya dalam representasi simbolik dan penalaran formal, melalui tahapan yang terstruktur seperti pengolahan data dan verifikasi. Sebaliknya, Project-Based Learning lebih efektif dalam mengembangkan komunikasi lisan dan argumentasi kontekstual melalui kegiatan perancangan proyek dan presentasi kolaboratif. Penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa variabel moderator, termasuk gaya belajar dan efikasi diri, yang memengaruhi efektivitas kedua model dalam memfasilitasi komunikasi matematis. Secara keseluruhan, temuan menunjukkan bahwa tidak ada satu model pun yang secara mandiri mampu mencakup seluruh dimensi komunikasi matematis. Oleh karena itu, integrasi strategis antara Discovery Learning dan Project-Based Learning dapat memberikan pendekatan



Circle is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

pembelajaran yang lebih komprehensif dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa di kelas matematika.

How to Cite:

Setyawati, Prihandini, I., Ibrahim. (2026). Discovery Learning dan Project-Based Learning dalam Komunikasi Matematis Siswa: A Comparative Systematic Literature Review. *Circle: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 166-192. <https://doi.org/10.28918/circle.v6i2.2611>

 <https://doi.org/10.28918/circle.v6i2.2611>

PENDAHULUAN

Reformasi pendidikan global terkini semakin menekankan pentingnya pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa, yang mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi, kolaborasi, dan komunikasi. Di Indonesia, transformasi ini tercermin dalam implementasi Kurikulum Merdeka, yang mempromosikan lingkungan belajar aktif guna mendukung pengembangan kompetensi abad ke-21 (OECD, 2019; Schleicher, 2019). Dalam pendidikan matematika, perubahan ini menuntut pergeseran dari praktik pengajaran yang bersifat prosedural menuju pendekatan pembelajaran yang mendorong pemahaman konseptual serta komunikasi ide-ide matematika secara efektif.

Komunikasi matematis secara luas diakui sebagai komponen fundamental dalam pembelajaran matematika. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) menekankan bahwa komunikasi matematis memungkinkan siswa untuk mengekspresikan, menginterpretasikan, dan membenarkan ide-ide matematika baik secara tertulis maupun lisan, sehingga penalaran matematis menjadi terlihat dan dapat diakses oleh orang lain (NCTM, 2000). Melalui komunikasi, siswa mampu mengorganisasi pemikiran matematis mereka, membangun argumen yang logis, serta mengevaluasi penalaran orang lain. Oleh karena itu, kemampuan berkomunikasi secara matematis dianggap sebagai indikator penting dari pemahaman matematika yang bermakna (Stylianides & Stylianides, 2014).

Meskipun memiliki peran yang penting, pengembangan komunikasi matematis masih menjadi tantangan yang terus berlangsung di banyak kelas matematika. Komunikasi matematis didefinisikan sebagai kemampuan siswa untuk mengekspresikan, menjelaskan, dan membenarkan ide-ide matematika, baik secara tertulis (misalnya melalui representasi simbolik, diagram, atau model matematika) maupun lisan (misalnya melalui diskusi, presentasi, atau argumentasi) (Baroody et al., 2007). Praktik pembelajaran tradisional sering kali menekankan penjelasan yang berpusat pada guru serta penyelesaian masalah secara prosedural, yang dapat membatasi kesempatan siswa untuk berdiskusi, memberikan

justifikasi, dan mempresentasikan ide-ide matematika (Boaler, 2022). Praktik semacam ini dapat menyebabkan siswa lebih berfokus pada memperoleh jawaban yang benar daripada menjelaskan alasan atau proses di balik solusi yang mereka hasilkan. Permasalahan tersebut masih relevan dalam konteks pendidikan matematika di Indonesia. Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa hanya sekitar 18% siswa Indonesia berusia 15 tahun yang mencapai setidaknya Level 2 dalam matematika, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 69%. Pada level ini, siswa setidaknya diharapkan mampu menginterpretasikan situasi sederhana dan merepresentasikannya secara matematis, sedangkan hampir tidak ada siswa Indonesia yang mencapai Level 5 atau 6, yang menuntut kemampuan memodelkan situasi kompleks serta memilih, membandingkan, dan mengevaluasi strategi pemecahan masalah. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa tantangan pembelajaran matematika tidak hanya berkaitan dengan pencapaian jawaban akhir, tetapi juga dengan kemampuan siswa dalam merepresentasikan, menalar, dan mengomunikasikan proses matematis secara bermakna (OECD, 2023). Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran yang secara aktif melibatkan siswa dalam proses penalaran dan komunikasi semakin diperlukan.

Dua model pembelajaran yang berpusat pada siswa dan relevan dalam konteks ini adalah *Discovery Learning* (DL) dan *Project-Based Learning* (PjBL). DL adalah model pembelajaran yang menekankan konstruksi pengetahuan melalui proses eksplorasi dan penemuan terbimbing, dengan tahapan seperti stimulasi, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi, dan generalisasi (Alfieri et al., 2011; Mustafa & Lasmaya, 2020; Nabilah et al., 2024). Sebaliknya, PjBL adalah model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam penyelidikan terhadap masalah autentik melalui pengembangan proyek kolaboratif, yang mencakup tahapan perancangan proyek, implementasi, dan presentasi hasil (Krajcik & Czerniak, 2025; Saha & Thakur, 2025; Stoller & Myers, 2019). Kedua model ini diduga memiliki potensi yang berbeda dalam memfasilitasi komunikasi matematis siswa.

Berbagai penelitian empiris telah mengkaji kemampuan komunikasi matematis siswa dalam konteks pembelajaran matematika. Misalnya, Widodo et al. (2021) menemukan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis penemuan dapat meningkatkan representasi simbolik dan penalaran tertulis siswa. Sementara itu, Andarini et al. (2020) melaporkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mendorong diskusi kolaboratif dan penjelasan lisan selama kegiatan pemecahan masalah. Studi lain oleh Paruntu et al. (2018) menunjukkan bahwa pemberian scaffolding dalam pembelajaran proyek memperkuat kemampuan siswa dalam mengomunikasikan ide matematika secara terstruktur. Farokhah et al. (2021) juga

mengkonfirmasi bahwa penggunaan mind map dalam proyek pembelajaran meningkatkan kejelasan komunikasi matematis siswa sekolah dasar. Secara kolektif, penelitian-penelitian tersebut mengindikasikan bahwa model pembelajaran yang berpusat pada siswa memiliki potensi signifikan dalam mengembangkan komunikasi matematis, meskipun mekanisme kontribusi spesifik dari masing-masing model masih perlu disintesis secara lebih sistematis.

Di antara berbagai model pembelajaran yang berpusat pada siswa, DL dan PjBL telah menarik perhatian yang cukup besar dalam pendidikan matematika. Discovery Learning menekankan konstruksi pengetahuan melalui proses eksplorasi dan penemuan terbimbing. Berakar pada teori belajar konstruktivisme yang dikemukakan oleh Bruner, model ini mendorong siswa untuk mengembangkan pemahaman konseptual dengan cara mengidentifikasi pola, menguji hipotesis, dan memverifikasi hubungan matematis. Apabila diimplementasikan secara efektif, pembelajaran penemuan terbimbing dapat meningkatkan penalaran konseptual siswa serta memperbaiki kemampuan mereka dalam mengungkapkan ide-ide matematika (Alfieri et al., 2011).

Sebaliknya, PjBL berfokus pada pembelajaran melalui penyelidikan terhadap masalah autentik dan pengembangan proyek kolaboratif. Dalam lingkungan PjBL, siswa bekerja dalam tim untuk merancang solusi, melakukan investigasi, dan mempresentasikan hasil temuan mereka dalam konteks yang bermakna (Fitriyani et al., 2023; Han et al., 2016). Kegiatan-kegiatan ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk menjelaskan konsep matematika, memberikan justifikasi atas penalaran mereka, serta mengomunikasikan ide melalui diskusi dan presentasi (Noor et al., 2024; Ruslan et al., 2024).

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kedua model pembelajaran tersebut memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Beberapa studi menunjukkan bahwa Discovery Learning dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam merepresentasikan ide-ide matematika secara simbolik serta menyusun penjelasan matematis secara formal (Widodo et al., 2021). Sementara itu, *Project-Based Learning* dilaporkan mampu mendorong diskusi kolaboratif dan penjelasan lisan selama kegiatan pemecahan masalah (Andarini et al., 2020). Sejumlah kajian sintesis telah dilakukan, tetapi belum sepenuhnya menjawab hubungan komparatif antara kedua model tersebut. Hakim et al. (2025), misalnya, melalui meta-analisis mengkaji efektivitas PjBL terhadap kemampuan komunikasi matematis serta variasinya berdasarkan jenjang pendidikan dan ukuran kelompok, tetapi tidak membandingkannya secara langsung dengan DL maupun mengidentifikasi tahapan pembelajaran yang paling berkontribusi terhadap modalitas

komunikasi tertentu. Di sisi lain, Lethulur et al. (2025) meninjau *Discovery Learning*, *Inquiry-Based Learning*, *Problem-Based Learning*, dan *Project-Based Learning* secara lebih luas dalam pendidikan matematika, sehingga belum secara khusus memetakan perbedaan mekanisme DL dan PjBL dalam memfasilitasi komunikasi matematis tertulis dan lisan. Dengan demikian, kesenjangan penelitian bukan semata-mata terletak pada belum konsistennya temuan mengenai efektivitas kedua model, tetapi pada belum tersedianya sintesis yang secara khusus membandingkan bagaimana tahapan DL dan PjBL mendukung dimensi komunikasi matematis yang berbeda.

Selain itu, implementasi model pembelajaran ini di dalam kelas sering kali melibatkan berbagai tantangan pedagogis. Perancangan aktivitas pembelajaran yang bermakna, pengelolaan interaksi kolaboratif, serta fasilitasi diskusi matematis yang produktif memerlukan persiapan pembelajaran yang matang. Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi efektivitas *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning* dalam mendukung proses komunikasi siswa (Lethulur et al., 2025).

Meskipun banyak penelitian empiris telah mengkaji pengaruh DL dan PjBL terhadap hasil belajar matematika, sebagian besar penelitian tersebut terutama berfokus pada pencapaian akademik atau keterampilan berpikir tingkat tinggi. Misalnya, studi tentang DL oleh Sutrisno (2019) dan Prasetyowati et al. (2022) lebih menekankan pada peningkatan hasil belajar kognitif dan pemecahan masalah, sementara penelitian tentang PjBL oleh Sari et al. (2021) serta Rahmawati dan Kusumawati (2022) berfokus pada keterampilan berpikir kreatif dan literasi sains. Di sisi lain, penelitian yang secara spesifik mengkaji kontribusi DL dan PjBL terhadap pengembangan kemampuan komunikasi matematis masih relatif terbatas dibandingkan dengan fokus-fokus tersebut, meskipun beberapa studi awal telah dilakukan (Andarini et al., 2020; Paruntu et al., 2018; Widodo et al., 2021).

Oleh karena itu, diperlukan sintesis yang komprehensif terhadap penelitian-penelitian yang ada untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai mekanisme bagaimana model-model pembelajaran tersebut memfasilitasi komunikasi matematis. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian ini melakukan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menganalisis dan membandingkan peran *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning* dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengkaji tren penelitian terkait *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning* dalam konteks komunikasi matematis pada periode 2016 hingga 2026; (2) menganalisis bagaimana tahapan pembelajaran dari kedua

model tersebut memfasilitasi proses komunikasi matematis siswa; dan (3) mensintesis efektivitas komparatif kedua model dalam mendukung berbagai modalitas komunikasi matematis, termasuk bentuk tertulis dan lisan. Melalui tinjauan sistematis ini, penelitian bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kelebihan dan keterbatasan kedua model pembelajaran tersebut, serta memberikan wawasan bagi pendidik dan pengembang kurikulum dalam merancang pembelajaran matematika yang secara efektif mendukung kemampuan komunikasi matematis siswa.

METODE

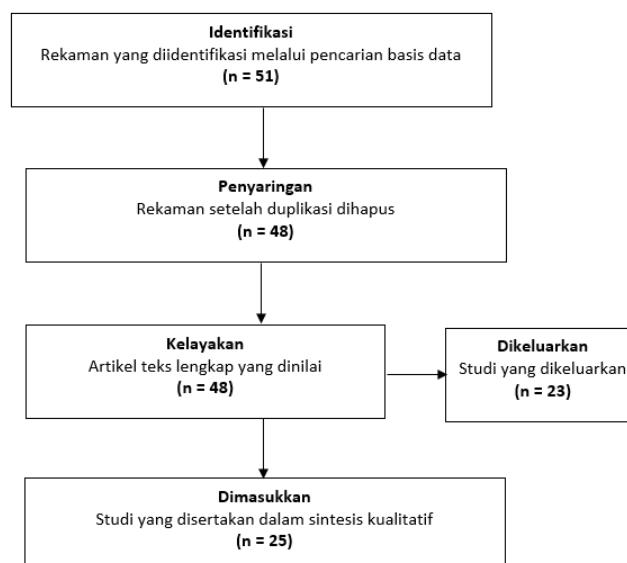
Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mensintesis bukti empiris mengenai dampak DL dan PjBL terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Proses tinjauan dilakukan dengan mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) guna memastikan transparansi dan ketelitian metodologis (Page et al., 2021).

Pencarian literatur sistematis dilakukan pada empat basis data akademik utama, yaitu Google Scholar, ERIC, Scopus, dan Portal Garuda. Basis data tersebut dipilih untuk menjangkau studi internasional maupun nasional yang relevan dengan pendidikan matematika, khususnya dalam konteks reformasi kurikulum di Indonesia. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kombinasi operator Boolean dengan kata kunci berikut: ("Discovery Learning" OR "Project-Based Learning") AND ("Mathematical Communication" OR "Komunikasi Matematis") AND ("Mathematics Education" OR "Pendidikan Matematika"). Pencarian dibatasi pada studi yang dipublikasikan antara tahun 2016 hingga 2026 guna menangkap tren penelitian dalam satu dekade terakhir.

Untuk memastikan relevansi dan kualitas studi yang dipilih, beberapa kriteria inklusi dan eksklusi diterapkan. Studi dimasukkan apabila memenuhi persyaratan berikut: (1) dipublikasikan dalam jurnal peer-reviewed atau prosiding konferensi, (2) berfokus pada Discovery Learning atau Project-Based Learning sebagai model pembelajaran utama, (3) mengkaji kemampuan komunikasi matematis sebagai variabel terikat, (4) dilakukan pada jenjang pendidikan sekolah dasar, sekolah menengah pertama, atau sekolah menengah atas. Studi dikeluarkan apabila: (1) tidak menyediakan data empiris (misalnya, artikel yang bersifat konseptual semata), (2) menggunakan model pembelajaran yang tidak terkait dengan DL atau PjBL tanpa menjadikannya sebagai kelompok pembandingan, (3) tidak tersedia dalam format teks lengkap (full-text).

Proses seleksi studi dilakukan secara bertahap mengikuti alur PRISMA. Pada tahap pertama, seluruh artikel yang diperoleh dari basis data diperiksa untuk mengidentifikasi dan menghapus duplikasi. Selanjutnya, dilakukan screening terhadap judul dan abstrak berdasarkan kesesuaian dengan fokus penelitian, yaitu Discovery Learning atau Project-Based Learning dan kemampuan komunikasi matematis. Artikel yang lolos tahap tersebut kemudian ditelaah secara full-text dengan mengacu pada kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Dari 51 rekaman yang teridentifikasi, 3 artikel duplikat dihapus sehingga 48 artikel masuk ke tahap penilaian full-text. Sebanyak 23 artikel kemudian dikeluarkan karena tidak secara langsung mengkaji komunikasi matematis, tidak menempatkan Discovery Learning atau Project-Based Learning sebagai model utama atau pembanding yang relevan, atau tidak memenuhi kriteria empiris penelitian. Dengan demikian, 25 studi dipertahankan untuk tahap sintesis kualitatif (lihat Gambar 1).

Selain pemeriksaan relevansi, studi yang lolos tahap *full-text screening* selanjutnya menjalani *quality assessment* untuk menilai kelayakan metodologisnya. Kualitas metodologis studi yang memenuhi kriteria kelayakan dinilai menggunakan *Mixed Methods Appraisal Tool* (MMAT), yang memungkinkan penilaian terhadap penelitian dengan desain metodologis yang beragam. Penilaian mencakup kejelasan pertanyaan penelitian, kesesuaian desain penelitian, prosedur pemilihan partisipan, validitas instrumen, kelengkapan data, serta konsistensi antara analisis dan kesimpulan. Penilaian kualitas ini digunakan untuk memastikan bahwa studi yang dimasukkan ke dalam sintesis memberikan bukti empiris yang cukup kredibel.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA Proses Seleksi Studi

Data dari studi-studi terpilih diekstraksi menggunakan kerangka pengkodean terstruktur yang mencakup elemen-elemen berikut: penulis dan tahun publikasi, model pembelajaran (DL atau PjBL), jenjang pendidikan, instrumen pengukuran (misalnya tes tertulis, penilaian kinerja, evaluasi proyek), serta temuan utama yang berkaitan dengan kemampuan komunikasi matematis. Proses ini memungkinkan perbandingan yang sistematis antar studi serta memfasilitasi analisis tematik.

Studi-studi terpilih dianalisis menggunakan sintesis tematik untuk mengidentifikasi pola dan hubungan antar temuan. Dengan mengacu pada kerangka yang dikemukakan oleh Lit et al. (2025), analisis mengelompokkan temuan ke dalam tiga dimensi analitis, yaitu dimensi sintatik, modalitas, dan faktor moderasi. Dimensi sintaktik mengeksplorasi bagaimana tahapan pembelajaran dalam DL dan PjBL merangsang aktivitas komunikasi. Dimensi modalitas menjelaskan apakah komunikasi terjadi terutama dalam bentuk tertulis atau lisan. Faktor moderasi mengidentifikasi variabel yang memengaruhi efektivitas model, seperti efikasi diri, gaya belajar, dan pola interaksi di kelas.

Melalui proses sintesis ini, kajian bertujuan untuk memberikan perbandingan yang komprehensif mengenai mekanisme bagaimana DL dan PjBL memfasilitasi komunikasi matematis siswa.

Tabel 1. Karakteristik Studi yang Disertakan dalam Tinjauan

No.	Penulis (Tahun)	Model Pembelajaran	Jenjang Pendidikan	Instrumen/Pengukuran
1	Pratiwi et al. (2020)	<i>Project-Based Learning</i>	Sekolah Menengah Pertama	Tes tertulis dan presentasi proyek
2	Paruntu et al. (2018)	PjBL dengan <i>Scaffolding</i>	Sekolah Menengah Pertama	Tes komunikasi matematis
3	Farokhah (2021)	PjBL dengan <i>Mind Map</i>	Sekolah Dasar	Observasi dan penilaian komunikasi
4	Fauziyah & Kisdiono (2025)	PjBL terintegrasi <i>Deep Learning</i>	Sekolah Menengah Atas	Rubrik kinerja komunikasi
5	Fitriyani et al. (2023)	Bahan ajar berbasis PjBL	Sekolah Menengah Atas	Tes komunikasi matematis tertulis
6	Hakim et al. (2025)	Meta-analisis PjBL	Berbagai jenjang	Analisis ukuran efek (<i>effect size</i>)
7	Han et al. (2016)	STEM <i>Project-Based Learning</i>	Sekolah Menengah Atas	Tes STEM PjBL
8	In'am et al. (2024)	PjBL dengan media konkret	Sekolah Dasar/Sekolah	Penilaian proyek PjBL

9	Marfu'ah et al. (2023)	PjBL dengan penilaian kinerja	Menengah Pertama Sekolah Menengah Pertama	Penilaian kinerja PjBL
10	Noor et al. (2024)	PjBL dengan penilaian proyek	Sekolah Menengah Pertama	Tes keterampilan komunikasi
11	Rachmawati et al. (2026)	PjBL terintegrasi Canva	Sekolah Dasar	Evaluasi laporan proyek
12	Prabaningrum & Waluya (2020)	PjBL berbasis STEM	Sekolah Menengah	Tes komunikasi matematis
13	Ruslan et al. (2024)	E-Modul berbasis proyek	Sekolah Menengah Pertama	Angket keterampilan komunikasi
14	Fitriana et al. (2018)	PjBL berbasis gaya belajar	Sekolah Menengah Pertama	Tes kemampuan komunikasi
15	Cholily et al. (2024)	<i>Discovery Learning</i>	Sekolah Menengah	Kuesioner komunikasi
16	Dani & Zubaidah (2020)	<i>Discovery Learning</i>	Sekolah Menengah Pertama	Tes komunikasi matematis
17	Detiana et al. (2020)	DL dengan video pembelajaran	Sekolah Menengah Atas	Tes komunikasi
18	Gustiani et al. (2019)	DL dengan media statistika	Sekolah Menengah	Tes uraian komunikasi matematis
19	Halimatussadiyah & Halimah (2017)	<i>Discovery Learning</i>	Sekolah Menengah	Tes komunikasi tertulis
20	Hayati Dina et al. (2019)	<i>Discovery Learning</i>	Sekolah Menengah Pertama	Tes komunikasi
21	Lethulur et al. (2025)	Meta-analisis (DL, PBL, PjBL)	Berbagai jenjang	Analisis ukuran efek (<i>effect size</i>)
22	Prasetyowati et al. (2022)	DL berbantuan video	Sekolah Menengah Pertama	Tes komunikasi matematis
23	Syadevi et al. (2025)	<i>Discovery Learning</i>	Sekolah Menengah	Penilaian komunikasi
24	Widodo et al. (2021)	<i>Discovery Learning</i>	Sekolah Menengah	Lembar observasi komunikasi matematis lisan dan tes uraian komunikasi

25	Zulfa et al. (2021)	<i>Guided Discovery Learning</i>	Sekolah Menengah	Tes kemampuan komunikasi matematis
----	---------------------	--	---------------------	---------------------------------------

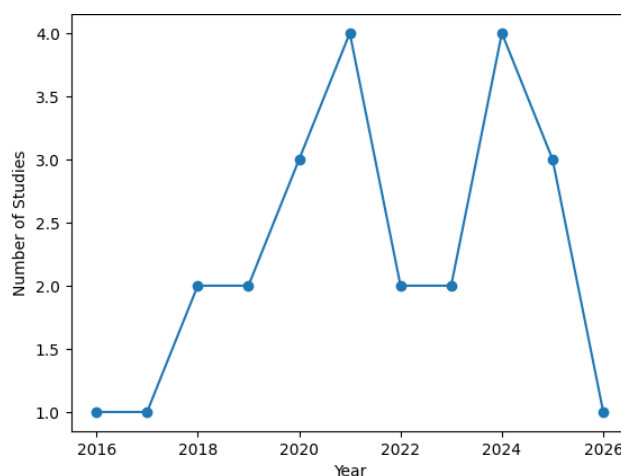
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Bagian ini menyajikan temuan yang diperoleh dari analisis sistematis terhadap 25 studi empiris yang memenuhi kriteria inklusi. Penyajian hasil penelitian disusun secara berurutan sesuai dengan tiga tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Pertama, disajikan analisis tren publikasi penelitian tentang *Discovery Learning* (DL) dan *Project-Based Learning* (PjBL) dalam konteks komunikasi matematis selama periode 2016 hingga 2026, yang mencakup distribusi berdasarkan tahun, model pembelajaran, jenjang pendidikan, serta instrumen pengukuran yang digunakan. Kedua, dipaparkan analisis mengenai bagaimana tahapan-tahapan pembelajaran dalam DL dan PjBL memfasilitasi proses komunikasi matematis siswa, dengan mengidentifikasi fase-fase yang paling berkontribusi terhadap komunikasi tertulis maupun lisan. Ketiga, disajikan sintesis komparatif mengenai efektivitas kedua model pembelajaran dalam mendukung berbagai modalitas komunikasi matematis, termasuk peran faktor-faktor moderasi seperti efikasi diri, gaya belajar, dan dinamika kolaboratif. Dengan demikian, bagian Results ini memberikan landasan empiris bagi pembahasan lebih lanjut mengenai implikasi pedagogis dari temuan-temuan yang diperoleh.

Tren Publikasi (2016–2026)

Distribusi Publikasi Berdasarkan Tahun



Gambar 2. Tren Publikasi *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning* Studies (2016–2026)

Pada tiga tahun pertama periode tinjauan (Periode Awal (2016–2018)), jumlah publikasi masih relatif terbatas, dengan hanya 1–2 artikel per tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa kajian tentang DL dan PjBL dalam konteks komunikasi matematis masih berada pada tahap awal perkembangan pada periode tersebut. Penelitian perintis seperti Han et al. (2016) dan Halimatussadiah dan Halimah (2017) mulai memperkenalkan keterkaitan antara model pembelajaran aktif dengan kemampuan komunikasi matematis, meskipun belum menjadi fokus utama penelitian.

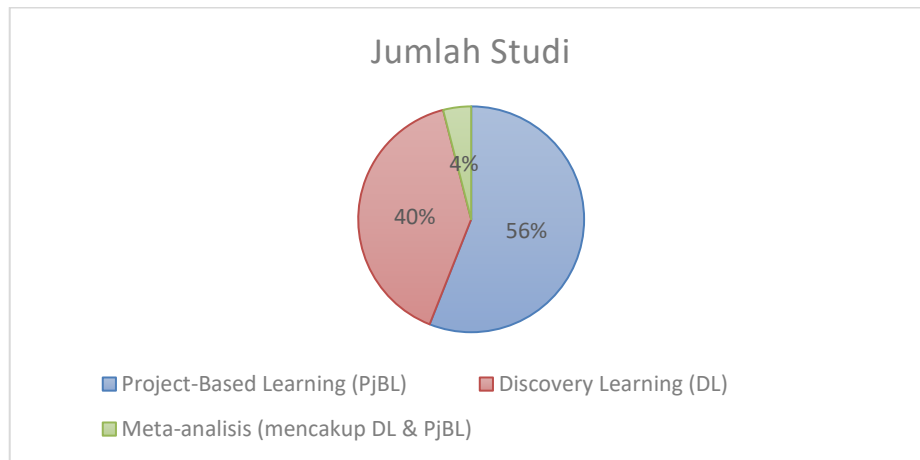
Mulai tahun 2019 hingga 2021 (Periode Pertumbuhan), terjadi peningkatan jumlah publikasi yang cukup signifikan. Pada tahun 2020 dan 2021, masing-masing tercatat 4 publikasi per tahun. Peningkatan ini kemungkinan berkaitan dengan dua faktor utama. *Pertama*, semakin kuatnya dorongan global menuju implementasi kurikulum yang berpusat pada siswa, termasuk di Indonesia melalui Kurikulum Merdeka (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi [Kemendikbudristek], 2021). *Kedua*, pandemi COVID-19 yang mendorong inovasi pembelajaran digital, yang pada gilirannya memicu penelitian tentang model pembelajaran aktif yang dapat diadaptasi secara daring. Penelitian-penelitian seperti Andarini et al. (2020), Dani dan Zubaidah (2020), serta Detiana et al. (2020) muncul pada periode ini.

Pada tahun 2022 dan 2023 (Periode Fluktuatif), terjadi penurunan jumlah publikasi menjadi masing-masing 2 artikel per tahun. Penurunan ini bersifat sementara, karena pada tahun 2024 jumlah publikasi kembali meningkat menjadi 4 artikel. Fluktuasi ini mungkin mencerminkan siklus alami dalam publikasi akademik, di mana topik penelitian tertentu mengalami pasang surut minat. Namun secara keseluruhan, rata-rata publikasi per tahun pada periode 2022–2025 tetap lebih tinggi dibandingkan periode awal (2016–2018), yang menunjukkan bahwa topik ini masih relevan dan terus menarik perhatian peneliti.

Hingga tahun 2026 (batas akhir pencarian literatur dalam tinjauan ini), tercatat 1 publikasi yang memenuhi kriteria inklusi (Rachmawati et al., 2026). Mengingat proses publikasi memerlukan waktu, kemungkinan masih terdapat artikel lain yang akan terbit pada tahun ini namun belum terindeks pada saat pencarian dilakukan.

Distribusi Berdasarkan Model Pembelajaran

Dari 25 studi yang dianalisis, 14 studi (56%) berfokus pada PjBL, 10 studi (40%) berfokus pada DL, dan 1 studi (4%) merupakan meta-analisis yang membandingkan beberapa model pembelajaran termasuk DL dan PjBL (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Distribusi Berdasarkan Model Pembelajaran

Temuan ini menunjukkan bahwa PjBL lebih banyak diteliti dalam kaitannya dengan komunikasi matematis dibandingkan DL selama periode 2016–2026. Hal ini dapat dijelaskan oleh beberapa kemungkinan, salah satunya sifat PjBL yang kolaboratif. Sifat ini secara alami lebih terlihat terkait dengan komunikasi lisan dan interaksi sosial, sehingga peneliti lebih tertarik untuk mengkaji dampaknya terhadap komunikasi matematis. Kemungkinan selanjutnya, PjBL lebih mudah diintegrasikan dengan teknologi digital (misalnya Canva, e-modul, presentasi multimedia), yang menjadi tren dalam penelitian pendidikan terkini. Selain itu, Kurikulum Merdeka di Indonesia sangat mempromosikan pembelajaran berbasis proyek, sehingga mendorong lebih banyak penelitian tentang PjBL dalam konteks lokal. Namun demikian, jumlah studi DL yang mencapai 10 artikel (40%) tetap menunjukkan bahwa model ini memiliki kontribusi yang substansial dan terus relevan dalam pengembangan komunikasi matematis, terutama pada aspek tertulis dan penalaran formal.

Distribusi Berdasarkan Jenjang Pendidikan

Dari 25 studi yang dianalisis, distribusi jenjang pendidikan tempat penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Studi berdasarkan Jenjang Pendidikan

Jenjang Pendidikan	Jumlah Studi	Persentase
Sekolah Menengah Pertama (SMP) / Junior High School	10	40%
Sekolah Menengah Atas (SMA) / Senior High School	8	32%
Sekolah Dasar (SD) / Elementary School	4	16%
Jenjang Campuran / Mixed Levels	2	8%
Tidak disebutkan / Tidak spesifik	1	4%
Total	25	100%

Temuan ini menunjukkan bahwa penelitian tentang DL dan PjBL dalam konteks komunikasi matematis paling banyak dilakukan pada jenjang Sekolah Menengah Pertama

(SMP), yaitu sebanyak 10 studi (40%). Hal ini disebabkan karena siswa SMP berada pada tahap perkembangan kognitif yang memungkinkan mereka untuk mulai mengembangkan komunikasi matematis yang lebih abstrak dan formal, namun masih memerlukan bimbingan yang cukup. Ditambah lagi, kurikulum matematika di jenjang SMP memuat topik-topik yang relevan dengan kedua model pembelajaran, seperti aljabar, geometri, dan statistika dasar. Kesenjangan penelitian (*research gap*) yang terlihat dari distribusi ini adalah masih terbatasnya penelitian pada jenjang Sekolah Dasar (SD), yaitu hanya 4 studi (16%). Padahal, komunikasi matematis sebaiknya mulai dikembangkan sejak usia dini agar siswa memiliki fondasi yang kuat. Penelitian lebih lanjut pada jenjang SD sangat diperlukan untuk mengkaji bagaimana DL dan PjBL dapat diadaptasi secara sesuai dengan perkembangan kognitif anak usia sekolah dasar.

Distribusi Berdasarkan Instrumen Pengukuran

Keberagaman instrumen yang digunakan untuk mengukur komunikasi matematis dalam studi-studi yang ditinjau disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Studi Berdasarkan Instrumen Pengukuran Komunikasi Matematis

Jenis Instrumen	Jurnal yang Menggunakan
Tes tertulis (uraian/esai)	12
Rubrik penilaian kinerja / observasi	6
Penilaian proyek / presentasi	4
Angket / kuesioner	2
Kombinasi (tes + rubrik)	1

Temuan ini menunjukkan bahwa tes tertulis (uraian/esai) merupakan instrumen yang paling umum digunakan (48% dari studi), diikuti oleh rubrik penilaian kinerja/observasi (24%). Dominasi tes tertulis ini selaras dengan temuan bahwa sebagian besar penelitian berfokus pada komunikasi matematis tertulis, terutama pada studi tentang DL. Sementara itu, penilaian proyek dan presentasi lebih banyak digunakan dalam studi PjBL, yang menekankan komunikasi lisan.

Keberagaman instrumen ini menyulitkan perbandingan langsung besaran efek antar studi. Oleh karena itu, penelitian di masa depan disarankan untuk mengembangkan dan menggunakan instrumen pengukuran komunikasi matematis yang lebih terstandar, yang mampu menangkap secara komprehensif baik dimensi tertulis maupun lisan.

Tahapan Pembelajaran dan Perannya dalam Memfasilitasi Komunikasi Matematis

Berdasarkan sintesis terhadap 25 studi yang dianalisis, setiap tahapan dalam DL dan PjBL memiliki peran spesifik dalam memfasilitasi komunikasi matematis siswa. Kedua model

pembelajaran ini menunjukkan pola yang berbeda dalam hal *kapan* dan *bagaimana* komunikasi matematis terjadi selama proses pembelajaran.

Discovery Learning Stages

Discovery Learning terdiri atas lima tahapan utama, yaitu: (1) *Stimulation* (stimulasi), (2) *Problem Statement* (identifikasi masalah), (3) *Data Collection* (pengumpulan data), (4) *Data Processing* (pengolahan data), (5) *Verification* (verifikasi), dan (6) *Generalization* (generalisasi). Dari keenam tahap tersebut, *Data Processing* dan *Verification* menjadi fase yang paling berkontribusi terhadap pengembangan komunikasi matematis tertulis.

Pada tahap *Data Processing*, siswa diminta mengolah informasi yang diperoleh melalui eksplorasi dan observasi. Informasi tersebut kemudian harus dituangkan dalam bentuk representasi simbolik, diagram, tabel, atau model matematika. Aktivitas ini menuntut siswa untuk mengubah data mentah menjadi ekspresi matematis yang terstruktur dan dapat dipahami oleh orang lain (Dani & Zubaidah, 2020; Gustiani et al., 2019). Dengan kata lain, siswa belajar menerjemahkan temuan empiris ke dalam bahasa matematika formal.

Pada tahap *Verification*, siswa dituntut untuk memverifikasi hipotesis atau dugaan awal berdasarkan data yang telah diolah. Proses verifikasi ini mengharuskan siswa menyusun penjelasan tertulis yang logis dan sistematis untuk membenarkan kesimpulan mereka (Detiana et al., 2020; Widodo et al., 2021). Siswa juga perlu menunjukkan hubungan antarkonsep, membandingkan hasil dengan teori yang ada, serta merefleksikan kebenaran solusi yang diperoleh. Aktivitas ini secara langsung memperkuat kemampuan komunikasi matematis dalam bentuk argumentasi tertulis dan penalaran formal.

Selanjutnya, pada tahap *Generalization*, siswa menarik kesimpulan umum dari pola atau hubungan yang telah diverifikasi. Kesimpulan ini harus dikomunikasikan dalam bentuk pernyataan matematis yang bersifat umum, misalnya rumus, aturan, atau prinsip. Proses generalisasi ini melatih siswa untuk mengekspresikan ide matematika secara ringkas, tepat, dan universal ((Halimatussadiyah & Halimah, 2017; Zulfa et al., 2021). Tahapan dalam *Discovery Learning* cenderung mendorong komunikasi matematis yang bersifat individual, reflektif, dan tertulis, karena siswa lebih banyak bekerja secara mandiri sebelum mendiskusikan hasilnya dengan guru atau teman sebaya.

Project-Based Learning Stages

Project-Based Learning (PjBL) umumnya terdiri atas tahapan: (1) *Essential Question* (pertanyaan mendasar), (2) *Project Design* (perancangan proyek), (3) *Schedule* (penjadwalan), (4) *Monitor* (monitoring), (5) *Assessment* (penilaian), dan

(6) *Presentation* (presentasi hasil). Berbeda dengan DL, tahapan yang paling dominan dalam memfasilitasi komunikasi matematis pada PjBL adalah Project Design dan Presentation, yang lebih menekankan pada komunikasi lisan dan kolaboratif.

Pada tahap *Project Design*, siswa bekerja dalam kelompok kecil untuk merancang solusi terhadap masalah autentik yang diberikan. Dalam proses ini, siswa harus berdiskusi, bertukar ide, memberikan saran, dan menegosiasikan makna untuk mencapai kesepakatan bersama. Aktivitas diskusi kolaboratif ini secara alami mendorong siswa untuk menjelaskan ide-ide matematika secara verbal, memberikan justifikasi atas usulan mereka, serta mendengarkan dan mengevaluasi pendapat teman sekelompok (Andarini et al., 2020; Farokhah et al., 2021). Tahap ini mengembangkan komunikasi lisan interpersonal yang dinamis dan interaktif.

Pada tahap *Presentation*, siswa mempresentasikan hasil proyek mereka di depan kelas, baik dalam bentuk laporan lisan, poster, media digital, maupun demonstrasi. Presentasi ini mengharuskan siswa untuk menjelaskan proses pemecahan masalah, memaparkan temuan, memberikan justifikasi terhadap strategi yang dipilih, serta menjawab pertanyaan dari guru dan teman sebaya (Noor et al., 2024; Ruslan et al., 2024). Aktivitas ini tidak hanya melatih kemampuan berbicara di depan umum, tetapi juga memaksa siswa untuk mengorganisasi pemikiran matematis mereka secara koheren dan meyakinkan. Tahap ini juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk menerima umpan balik, yang selanjutnya dapat memperbaiki pemahaman konseptual mereka.

Selain itu, beberapa studi terbaru melaporkan bahwa integrasi teknologi digital dalam PjBL (seperti pembuatan proyek menggunakan Canva, e-modul, atau presentasi multimedia) semakin memperluas cara siswa mengomunikasikan ide-ide matematika. Alat-alat digital ini memungkinkan siswa untuk menggabungkan komunikasi lisan, visual, dan tertulis secara simultan (Rachmawati et al., 2026; Ruslan et al., 2024).

Tahapan dalam *Project-Based Learning* cenderung mendorong komunikasi matematis yang bersifat kolaboratif, kontekstual, dan lisan, karena siswa terus-menerus terlibat dalam interaksi sosial, diskusi kelompok, dan presentasi publik. Tabel 4 merangkum perbedaan peran tahapan pembelajaran antara *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning* dalam memfasilitasi komunikasi matematis.

Tabel 4. Peran Tahapan Pembelajaran dalam Memfasilitasi Komunikasi Matematis

Tahapan <i>Discovery Learning</i>	Peran dalam Komunikasi Matematis	Tahapan <i>Project-Based Learning</i>	Peran dalam Komunikasi Matematis
<i>Stimulation</i>	Memicu rasa ingin tahu, komunikasi awal	Essential Question	Merumuskan masalah secara verbal
<i>Problem Statement</i>	Mengidentifikasi masalah secara tertulis	Project Design	Diskusi kolaboratif, negosiasi makna
<i>Data Collection</i>	Mengumpulkan informasi terstruktur	Schedule	Perencanaan komunikasi tim
<i>Data Processing</i>	Mengubah data ke representasi simbolik*	Monitor	Umpan balik verbal, koreksi bersama
<i>Verification</i>	Menyusun argumentasi tertulis formal*	Assessment	Evaluasi tertulis dan lisan
<i>Generalization</i>	Merumuskan kesimpulan universal*	Presentation	Presentasi lisan, tanya jawab*

* fase paling dominan dalam memfasilitasi komunikasi matematis

Pola Aktivitas Komunikasi Matematis dalam Studi DL dan PjBL

Berdasarkan sintesis deskriptif terhadap studi yang memenuhi kriteria inklusi, DL dan PjBL sama-sama menyediakan kesempatan bagi siswa untuk mengomunikasikan ide matematika secara tertulis maupun lisan. Studi tentang DL antara lain melaporkan kegiatan mengolah data, menyusun representasi, menjelaskan penyelesaian, dan memverifikasi hasil. Studi tentang PjBL antara lain melaporkan kegiatan merancang proyek, berdiskusi, menyajikan hasil, dan menanggapi pertanyaan. Pemetaan ini menggambarkan aktivitas yang dilaporkan pada studi dengan rancangan dan instrumen berbeda. Karena sebagian besar studi tidak membandingkan DL dan PjBL secara langsung dengan ukuran komunikasi matematis yang setara, sintesis ini tidak menetapkan model yang lebih efektif ataupun modalitas yang secara eksklusif menjadi kekuatan salah satu model. Tabel 5 merangkum aktivitas yang berpotensi memfasilitasi komunikasi matematis beserta batas penafsirannya.

Tabel 5. Pemetaan Deskriptif Aktivitas DL dan PjBL yang Berkaitan dengan Komunikasi Matematis

Aspek yang dipetakan	Aktivitas yang dilaporkan atau dimungkinkan pada DL	Aktivitas yang dilaporkan atau dimungkinkan pada PjBL
Komunikasi tertulis	Mencatat hasil pengamatan, menyusun representasi matematis, dan menjelaskan langkah penyelesaian.	Menyusun rancangan, mencatat proses, dan menulis laporan atau produk proyek.
Komunikasi lisan	Menjelaskan dugaan, mendiskusikan hasil penemuan, dan mempertahankan alasan saat verifikasi.	Mendiskusikan rancangan, menjelaskan keputusan kelompok, dan mempresentasikan hasil proyek.

Representasi matematis	Menggunakan simbol, tabel, diagram, atau model sesuai tugas yang diberikan.	Menggunakan simbol, tabel, diagram, model, atau media visual sesuai produk proyek.
Argumentasi	Memberikan alasan saat menguji dugaan dan menarik kesimpulan.	Memberikan alasan saat memilih strategi, membahas hasil, dan menjawab pertanyaan.
Interaksi belajar	Dapat berlangsung secara mandiri maupun melalui diskusi terbimbing.	Dapat berlangsung melalui kerja kelompok maupun penyusunan produk secara mandiri.

Kekuatan Discovery Learning: Penguatan Komunikasi Tertulis dan Penalaran Formal

Sintesis terhadap 10 studi mengenai DL secara konsisten menunjukkan keunggulan model ini dalam meningkatkan komunikasi matematis tertulis, khususnya pada aspek representasi simbolik, pemodelan matematika, dan penyusunan penjelasan formal. Karakteristik DL yang terstruktur memungkinkan siswa memiliki waktu refleksi yang cukup sebelum menuangkan pemikiran ke dalam tulisan. Widodo et al. (2021) dan Gustiani et al. (2019) melaporkan bahwa tahap *Data Processing* dalam DL sangat krusial dalam mendorong siswa mentransformasi masalah kontekstual menjadi model matematika atau persamaan simbolik. Selain itu, pada tahap *Verification*, siswa dituntut menyusun argumen tertulis yang sistematis untuk memvalidasi hipotesis mereka. Hal ini didukung oleh temuan Detiana et al. (2020) serta Zulfa et al. (2021) yang menyatakan bahwa DL menghasilkan penjelasan tertulis yang lebih logis dan terstruktur dibandingkan pembelajaran konvensional. Penggunaan media pendukung, seperti video, juga terbukti memperkuat kemampuan pemodelan siswa melalui visualisasi konsep sebelum diubah menjadi representasi matematis formal (Prasetyowati et al., 2022).

Kekuatan Project-Based Learning: Pengembangan Komunikasi Lisan dan Argumentasi Kontekstual

Berbeda dengan DL, 14 studi mengenai PjBL menunjukkan dominasi model ini dalam mengembangkan komunikasi matematis lisan melalui diskusi kolaboratif dan presentasi. Sifat PjBL yang berbasis proyek menciptakan lingkungan sosial yang kaya akan interaksi verbal. Tahap *Project Design* secara alami memicu diskusi intensif antaranggota tim, di mana siswa belajar menjelaskan ide matematika secara verbal (Andarini et al., 2020; Farokhah et al., 2021). Puncak dari pengembangan komunikasi lisan terjadi pada tahap *Presentation*, di mana siswa harus memberikan justifikasi lisan terhadap solusi yang mereka ciptakan dan merespons pertanyaan secara spontan (Noor et al., 2024; Ruslan et al., 2024). Menariknya, PjBL mendorong argumentasi yang lebih naratif dan kontekstual karena berkaitan dengan masalah dunia nyata (Fitriyani et al., 2023). Integrasi teknologi digital, seperti penggunaan Canva,

semakin memperkaya modalitas ini dengan memungkinkan siswa menggabungkan narasi lisan dengan bantuan visual (Rachmawati et al., 2026; Fauziyah & Kisdiono, 2025).

Pembahasan

Tren Publikasi Penelitian DL dan PjBL dalam Komunikasi Matematis

Penelitian mengenai DL dan PjBL dalam komunikasi matematis selama 2016–2026 menunjukkan peningkatan publikasi, terutama sejak 2020, dengan puncak pada 2020, 2021, dan 2024. Tren tersebut kemungkinan berkaitan dengan penguatan pembelajaran berpusat pada siswa melalui kurikulum yang mendorong aktivitas dan kolaborasi, termasuk Kurikulum Merdeka (Kemendikbudristek, 2021), serta meningkatnya inovasi pembelajaran digital selama pandemi COVID-19. PjBL mendominasi penelitian dengan proporsi 56%, sedangkan DL sebesar 40%. Dominasi PjBL berkaitan dengan karakteristiknya yang kolaboratif dan kontekstual sehingga mendukung komunikasi lisan dan interaksi sosial, serta relatif mudah diintegrasikan dengan teknologi digital. Sementara itu, DL tetap memiliki kontribusi penting, terutama dalam pengembangan komunikasi tertulis dan penalaran matematis formal.

Berdasarkan jenjang pendidikan, penelitian paling banyak dilakukan pada tingkat SMP (40%), sedangkan penelitian pada SD masih terbatas (16%). Kondisi ini menunjukkan adanya *research gap*, mengingat kemampuan komunikasi matematis perlu dikembangkan sejak pendidikan dasar. Penelitian selanjutnya perlu mengkaji adaptasi DL dan PjBL yang sesuai dengan karakteristik perkembangan kognitif siswa SD. Dari aspek instrumen, tes tertulis berupa uraian/esai paling banyak digunakan (48%), diikuti rubrik kinerja atau observasi (24%). Tes tertulis lebih dominan pada penelitian DL, sedangkan penilaian proyek dan presentasi lebih banyak ditemukan pada PjBL. Keragaman instrumen tersebut membatasi perbandingan langsung efektivitas antarpelitian, sehingga diperlukan instrumen komunikasi matematis yang lebih terstandar dan mampu mengukur dimensi tertulis maupun lisan secara komprehensif.

Discovery Learning dan Pengembangan Komunikasi Matematis Tertulis

DL berkontribusi signifikan terhadap komunikasi matematis tertulis, terutama dalam aktivitas yang melibatkan representasi simbolik, penalaran formal, dan pemodelan matematika. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran penemuan terbimbing membantu siswa membangun konsep dan mengekspresikan penalaran melalui representasi simbolik serta penjelasan terstruktur (Alfieri et al., 2011; Widodo et al., 2021).

Tahap *Data Processing* dan *Verification* merupakan fase yang paling mendukung komunikasi tertulis. Pada *Data Processing*, siswa mengubah hasil pengamatan atau masalah kontekstual menjadi ekspresi matematis berupa simbol, persamaan, diagram, atau model, sehingga mereka dituntut menggunakan bahasa dan representasi matematika secara tepat (Dani & Zubaidah, 2020; Gustiani et al., 2019). Pada tahap *Verification*, siswa memeriksa hipotesis dan menyusun argumen untuk mendukung kesimpulan. Bimbingan dan umpan balik selama proses ini membantu siswa memperjelas penjelasan dan mengurangi kesalahpahaman konseptual (Detiana & Johar, 2020; Zulfa et al., 2021).

Proses tersebut mencerminkan prinsip Bruner (1961) bahwa pengetahuan dibangun melalui eksplorasi dan verifikasi hipotesis. Selain itu, kegiatan generalisasi mendorong siswa merumuskan temuan dalam bentuk aturan atau pernyataan matematis yang ringkas, tepat, dan sistematis (Halimatussadiah & Halimah, 2017). Dengan demikian, karakteristik DL mendukung terutama aspek komunikasi matematis yang membutuhkan ketepatan representasi, argumentasi, dan penalaran tertulis.

Project-Based Learning dan Ekspansi Komunikasi Matematis Lisan

Berbeda dengan DL, PjBL lebih menonjol dalam pengembangan komunikasi matematis lisan dan penjelasan kolaboratif. Tahap *Project Design* dan *Presentation* menjadi fase utama yang memfasilitasi komunikasi melalui diskusi, pertukaran ide, presentasi solusi, serta pemberian justifikasi terhadap penalaran (Han et al., 2016; Fitriyani et al., 2023). Aktivitas tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk menjelaskan ide matematika secara verbal dan menegosiasikan pemahaman dengan teman sebaya (Andarini et al., 2020; Farokhah et al., 2021).

Pada tahap *Project Design*, siswa berdiskusi, bertukar gagasan, mencapai kesepakatan, serta mengevaluasi pendapat anggota kelompok. Sementara itu, *Presentation* menuntut siswa menjelaskan proses pemecahan masalah, menyampaikan temuan, dan merespons pertanyaan guru maupun teman sebaya (Noor et al., 2024; Ruslan et al., 2024). Interaksi tersebut selaras dengan perspektif konstruktivisme sosial yang memandang pengetahuan sebagai hasil interaksi dan dialog. Melalui proses ini, siswa tidak hanya mengembangkan kemampuan mengomunikasikan penalaran secara verbal, tetapi juga memperkuat pemahaman konseptual dan kepercayaan diri dalam menyampaikan ide matematis (Baroody et al., 2007).

Integrasi teknologi digital semakin memperluas bentuk komunikasi dalam PjBL. Penggunaan presentasi multimedia, e-modul, dan proyek berbasis Canva memungkinkan

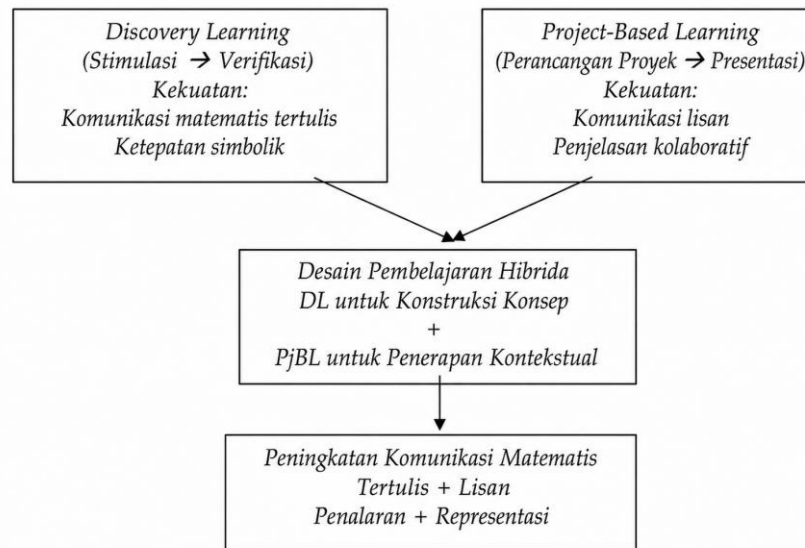
siswa memadukan komunikasi lisan, visual, dan tertulis. Rachmawati et al. (2026) menunjukkan bahwa proyek berbasis Canva memberikan ruang bagi siswa untuk merepresentasikan dan menjelaskan konsep matematika melalui bentuk visual dan naratif. Dengan demikian, PjBL tidak hanya memperkuat komunikasi lisan, tetapi juga memungkinkan integrasi berbagai bentuk representasi matematis.

Integrasi Discovery Learning dan Project-Based Learning: Menuju Pendekatan Pembelajaran Hibrida

Sintesis temuan menunjukkan bahwa *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning* memiliki kekuatan pedagogis yang saling melengkapi, bukan sebagai pendekatan pembelajaran yang saling bersaing. DL unggul dalam komunikasi tertulis, representasi simbolik, dan penalaran formal, sementara PjBL unggul dalam komunikasi lisan, diskusi kolaboratif, dan argumentasi kontekstual.

Hubungan yang saling melengkapi ini sejalan dengan perspektif pembelajaran konstruktivis, yang menekankan baik konstruksi pengetahuan secara individual maupun interaksi sosial dalam proses belajar (Bruner, 1961; Krajcik & Blumenfeld, 2006). *Discovery Learning* mendukung konstruksi konsep dan penalaran simbolik melalui proses kognitif yang terstruktur, sedangkan *Project-Based Learning* menyediakan konteks autentik untuk penjelasan kolaboratif dan penerapan ide-ide matematika.

Berdasarkan peran yang saling melengkapi tersebut, kajian ini mengusulkan pendekatan pembelajaran hibrida atau integratif yang menggabungkan kekuatan kedua model. Secara spesifik, *Discovery Learning* dapat digunakan pada tahap awal pembelajaran untuk mendukung konstruksi konsep dan representasi simbolik. Setelah siswa memiliki pemahaman dasar, *Project-Based Learning* dapat diterapkan untuk mendorong penerapan konsep-konsep tersebut dalam konteks yang autentik.



Gambar 4. Kerangka Konseptual Integrasi *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning*

Integrasi secara berurutan seperti ini memungkinkan siswa untuk terlebih dahulu mengembangkan penalaran matematis yang tepat melalui DL, kemudian menerapkan pengetahuan mereka melalui aktivitas pemecahan masalah kolaboratif dalam PjBL. Pendekatan ini berpotensi memperkuat baik dimensi komunikasi matematis tertulis maupun lisan, sehingga menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih seimbang dan komprehensif.

Pembahasan ini menegaskan bahwa *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning* memiliki kekuatan yang saling melengkapi dalam mengembangkan komunikasi matematis siswa. DL lebih efektif untuk komunikasi tertulis melalui tahapan *Data Processing* dan *Verification*, sementara PjBL lebih efektif untuk komunikasi lisan melalui tahapan *Project Design* dan *Presentation*. Efektivitas kedua model juga dipengaruhi oleh faktor-faktor moderasi seperti efikasi diri, gaya belajar, dinamika kolaboratif, dan dukungan *scaffolding*. Oleh karena itu, pendekatan integratif yang menggabungkan kedua model secara berurutan direkomendasikan untuk mencapai pengembangan komunikasi matematis yang lebih komprehensif.

PENUTUP

Simpulan

Tren publikasi mengenai *Discovery Learning* (DL) dan *Project-Based Learning* (PjBL) terus meningkat sejak 2020, dengan dominasi penggunaan PjBL (56%) dan fokus penelitian pada jenjang SMP (40%), sementara jenjang SD masih menjadi celah penelitian yang perlu

dikembangkan. Dari sisi proses, tahapan *Data Processing* dan *Verification* dalam DL terbukti krusial dalam memperkuat komunikasi matematis tertulis dan penalaran formal, sedangkan tahapan *Project Design* dan *Presentation* dalam PjBL berperan signifikan dalam membangun komunikasi lisan serta argumentasi kontekstual siswa. Secara komparatif, DL lebih unggul dalam aspek representasi simbolik dan pemodelan formal, sementara PjBL lebih efektif dalam meningkatkan interaksi kolaboratif, dengan keberhasilan keduanya dipengaruhi oleh faktor moderasi seperti efikasi diri dan gaya belajar. Sebagai rekomendasi pedagogis, kedua model ini sebaiknya tidak dipandang sebagai opsi yang saling bersaing, melainkan diintegrasikan secara berurutan; DL digunakan di awal untuk membangun landasan konsep secara mandiri dan tertulis, kemudian dilanjutkan dengan PjBL untuk memperluas kemampuan komunikasi lisan dan penerapan konsep dalam situasi dunia nyata secara komprehensif.

Saran

Sebagai rekomendasi, penelitian mendatang perlu memperluas cakupan basis data dan jumlah sampel, menggunakan instrumen yang lebih terstandar, serta mengeksplorasi desain pembelajaran terintegrasi antara *Discovery Learning* dan *Project-Based Learning*.

Pernyataan Deklarasi

- | | | |
|---------------|---|--|
| Konflik | : | Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan |
| Kepentingan | | terkait dengan publikasi artikel ini. |
| Pernyataan | : | Penggunaan alat <i>Generative Artificial Intelligence</i> (AI) hanya |
| Penggunaan | | dilakukan untuk tujuan terbatas, yaitu penyuntingan bahasa dan |
| Generative AI | | pemeriksaan tata bahasa (<i>proofreading</i>). Alat tersebut tidak |
| | | digunakan dalam proses konseptualisasi penelitian, perancangan |
| | | metodologi, analisis data, interpretasi hasil penelitian, maupun |
| | | pengembangan argumentasi ilmiah. Seluruh kontribusi intelektual |
| | | dan keputusan akhir terkait isi manuskrip sepenuhnya dilakukan |
| | | serta diverifikasi oleh para penulis. |
| Pernyataan | : | Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga |
| Pendanaan | | pemerintah, komersial, maupun organisasi nirlaba mana pun. |
| Kontribusi | : | Penulis Pertama (Setyawati): Konseptualisasi penelitian, |
| Penulis | | pengembangan metodologi, strategi pencarian literatur, ekstraksi |
| | | data, analisis formal, penulisan draf awal, visualisasi, dan revisi |
| | | manuskrip. |

Penulis Kedua (Inta Prihandini): Validasi penelitian, supervisi kajian literatur, analisis kritis, penulisan-peninjauan dan penyuntingan (*writing-review and editing*), serta penyempurnaan kerangka teoritis.

Penulis Ketiga (Ibrahim): Supervisi metodologis, validasi temuan penelitian, penelaahan kritis manuskrip, serta persetujuan akhir terhadap versi manuskrip yang akan diterbitkan.

Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir manuskrip.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18. <https://doi.org/10.1037/a0021017>
- Pratiwi, G.I., Sova, F., Putra, F.G., Yunian Putra, R.W., Kusuma, A.P., & Rahmawati, N.K. (2020). The Influence of Project-based Learning (PjBL) and Learning Style on Mathematics Communication Skills of Junior High School Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012064>
- Baroody, A. J., Feil, Y., & Johnson, A. R. (2007). An alternative reconceptualization of procedural and conceptual knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 115-131. <https://doi.org/10.2307/30034952>
- Boaler, J. (2022). Seeing is achieving: The importance of fingers, touch, and visual thinking to mathematics learners. In S. L. Macrine & J. M. B. Fugate (Eds.), *Movement matters: How embodied cognition informs teaching and learning* (pp. 121-130). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/13593.003.0015>
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21-32.
- Cholily, Y. M., Amalia, S., & Rosyadi, A. A. P. (2024). Student's mathematical communication ability given self concept in learning mathematics through discovery learning. *Prima: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 89-101. <https://doi.org/10.31000/prima.v8i1.9902>
- Dani, U., & Zubaidah, T. (2020). Improving Year 7 students' mathematics communication skills by the discovery learning model. *Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 10(2), 87-96. <https://doi.org/10.20961/jmme.v10i2.47084>
- Detiana, Johar, R., & Mailizar. (2020). Students' mathematical communication in discovering the concept of graphs of trigonometric functions through instructional videos. *Journal*

- of Physics: Conference Series*, 1460(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012020>
- Farokhah, L., Nurmulia, F., Herman, T., Jupri, A., Pratiwi, V., Nurkaeti, N., & Abidin, Z. (2021). The improvement of mathematical communication ability of elementary school students through project-based learning using mind map technique. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012105. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012105>
- Fauziyah, I., & Kisdiono, T. F. (2025). Improving students' collaboration and communication skills through project-based learning model and a deep learning approach in Phase F statistics material. *Radian Journal: Research and Review in Mathematics Education*, 4(4), 212–220. <https://doi.org/10.35706/radian.v4i4.13265>
- Fitriana, R. W., Isnarto, & Prabowo, A. (2018). The analysis of student's mathematical communication ability viewed from learning styles through project based learning models on cylinder and cone materials. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 7(3), 156–163. <https://doi.org/10.15294/ujme.v7i1.22165>
- Fitriyani, Su'ad, & Sumaji. (2023). The effectiveness of mathematics teaching materials with project based learning models in improving students' mathematical communication skills. *AIP Conference Proceedings*, 2733(1), 030020. <https://doi.org/10.1063/5.0140509>
- Gustiani, D. S., Irman, A., & Fadhillah, F. M. (2019). Discovery learning model and props of statistical cenic in improving the mathematical communication ability of junior high school students. *Journal of Innovative Mathematics Learning*, 2(1), 29–38.
- Hakim, A. R., Hasanuddin, Aulia, F. M., & Lee, J. W. (2025). A meta-analysis of project-based learning's effect on mathematical communication skills across educational levels and group sizes. *Reforma: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 15(2), 124–140. <https://doi.org/10.30736/reforma.v15i2.1250>
- Halimatussadiyah, A., & Halimah, L. (2017). Efektivitas pembelajaran metode discovery learning terhadap kemampuan komunikasi matematis. *Antologi UPI*, 5(1), 35–43.
- Han, S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2016). How science, technology, engineering, and mathematics project based learning affects high-need students in the U.S. *Learning and Individual Differences*, 51, 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.08.045>
- Hayati Dina, Z., Ikhsan, M., & Hajidin. (2019). The improvement of communication and mathematical disposition abilities through discovery learning model in junior high school. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 4(1), 11–22. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v4i1.6824>

- In'am, A., Effendi, M. M., & Darmayanti, R. (2024). The effect of project-based learning (PjBL) using Pizzaluv-Mathematics media on self-efficacy and 4C skills. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(4), 1339-1360. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i4.11230>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021). Buku saku tanya jawab Kurikulum Merdeka. <https://repositori.kemendikdasmen.go.id/24917/>
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317-334). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.020>
- Krajcik, J. S., & Czerniak, C. M. (2025). *Teaching science in elementary and middle school: A project-based learning approach* (6th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003473831>
- Lethulur, N. D., Juandi, D., & Dahlan, J. A. (2025). The effectiveness of discovery, inquiry, problem, and project-based learning in mathematics education: A systematic literature review. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 26(1), 268-279. <https://doi.org/10.23960/jpmipa.v26i1.pp268-279>
- Marfu'ah, S., Masrukan, & Walid. (2023). The effectiveness of project based learning with performance assessment on mathematical reasoning ability in view of self confidence students at SMA Negeri 7 Semarang. *Jurnal Mercumatika: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 7(2), 58-68. <https://doi.org/10.26486/jm.v7i2.3267>
- Mustafa, A. N., & Lasmaya, D. (2020). Discovery learning versus traditional learning: How effective discovery learning can improve mathematical creative thinking skills. *Pasundan Journal of Mathematics Education: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.23969/pjme.v10i1.2432>
- Nabilah, K., Khadijah, M., Utari, K., & Hasratuddin. (2024). Model guide discovery learning terhadap kemampuan komunikasi matematis. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(1), 241-248. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v9i1.806>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*.
- Noor, H. J., Masrukan, M., & Dewi, N. R. (2024). Analysis of students' mathematical communication skills in review of self-efficacy in the project-based learning model using project assessment. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 10(1), 12-24. <https://doi.org/10.30595/alphamath.v10i1.20624>

- OECD. (2019). *OECD Learning Compass 2030: A series of concept notes*.
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/1-1-learning-compass/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volumes I and II): Country notes – Indonesia*. OECD Publishing.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(1), 89.
<https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>
- Paruntu, P. E., Sukestiyarno, Y. L., & Budi Prasetyo, A. P. (2018). Analysis of mathematical communication ability and curiosity through project based learning models with scaffolding. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 7(1), 26–34.
- Prabaningrum, D., & Waluya, S. B. (2020). The improvement of mathematical communication skill through project based learning with STEM strategy. In *Proceedings of the International Conference on Science and Education and Technology (ISET 2019)* (pp. 646–651). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200620.132>
- Prasetyowati, D., Rasiman, & Kartinah. (2022). The effect of video-assisted discovery learning model on junior high school students' mathematical communication. *KnE Social Sciences*, 7(14), 204–212. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i14.11969>
- Rachmawati, R., Sitompul, N. C., & Rusmawati, R. D. (2026). The effectiveness of project-based learning integrated with Canva and mathematical aptitude on whole number learning in elementary school students. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 11(1), 90–104. <https://doi.org/10.33394/jtp.v11i1.19377>
- Ruslan, R., Lu'mu, L., Fakhri, M. M., Ahmar, A. S., & Fadhilatunisa, D. (2024). Effectiveness of the flipped project-based learning model based on Moodle LMS to improve student communication and problem-solving skills in learning programming. *Education Sciences*, 14(9), 1021. <https://doi.org/10.3390/educsci14091021>
- Saha, B., & Thakur, G. S. M. (2025). Project-based learning. In M. Athanasekou & A. Zagorianakos (Eds.), *Project-based learning, competency-based assessments, and experiential education for modern learners* (pp. 53–80). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-4957-2.ch003>

- Schleicher, A. (2019). *PISA 2018: Insights and interpretations*. OECD Publishing.
<https://gpseducation.oecd.org/Content/ProjectsMaterial/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations.pdf>
- Stoller, F. L., & Myers, C. C. (2019). Project-based learning: A five-stage framework to guide language teachers. In A. Gras-Velazquez (Ed.), *Project-based learning in second language acquisition: Building communities of practice in higher education* (pp. 25–47). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780429457432-3>
- Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2014). Impacting positively on students' mathematical problem solving beliefs: An instructional intervention of short duration. *The Journal of Mathematical Behavior*, 33, 8–29. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.08.005>
- Sutrisno, S. (2019). Meningkatkan hasil belajar siswa melalui pembelajaran dengan model discovery learning pada siswa kelas X MIPA 5 SMA N 1 Bantul tahun pelajaran 2018/2019. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 4(1), 58–71.
<https://doi.org/10.51169/ideguru.v4i1.69>
- Syadevi, A. R. D., Heleni, S., & Siregar, S. N. (2025). Implementation of the Discovery Learning (DL) model to enhance the mathematical communication skills. *Journal of Educational Sciences*, 9(6), 6559–6569. <https://doi.org/10.31258/jes.9.6.p.6559-6569>
- Widodo, H. S., Taufik, M., & Susanti, R. D. (2021). Application of discovery learning model in mathematics learning to determine students' mathematical communication ability. *Mathematics Education Journal*, 5(1), 80–90. <https://doi.org/10.22219/mej.v5i1.16008>
- Zulfa, A., Kartono, & Cahyono, A. N. (2021). Mathematical communication skills in terms of self-efficacy through guided discovery learning assisted immediate feedback. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 10(1), 75–82.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmer/article/view/34665>